

УДК 621.311.21-827

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ СИСТЕМ ТИПА НЕФТЬ-ВОДА В ТРУБОПРОВОДАХ

Дадаш-заде М.А., Рахманов М.Х.

*Азербайджанская Государственная Морская Академия
Аз1000, г. Баку, ул. З.Алиевой, 18
E-mail: tugabil-rahmanov@mail.ru*

Аннотация: *Статья посвящена изучению гидродинамики эмульсионных систем типа вода-нефть в трубопроводах.*

При передвижении жидкости в трубах возникает трение между стенками трубы и жидкостью, что создает сопротивление. Многие тяжелые жидкости обладают аномальными свойствами.

Xülasə: *Məqalədə su-neft emulsiya qarışığının boru kəmərlərində hidrodinamikasının əsasları öyrənilmişdir.*

Borulardakı mayenin hərəkəti müqavimət yaradır. Bir çox ağır mayələrdə anormal xüsusiyyətlər yaranır.

Abstract. *The article explores the fundamentals of hydrodynamics in the pipeline water-oil emulsion motion.*

The movement of fluid in the pipes creates resistance. Many heavy liquids have abnormal properties.

Ключевые слова: *нефтепродукты, вода, эмульсионная система, трубопровод, жидкость*

Açar sözlər: *neft məhsulları, su, emulsiya sistemi, boru xətti, maye*

Key words: *oil products, water, emulsion system, pipeline, liquid*

Введение. Проведенные многочисленные исследования показали, что при движении водо-нефтяных систем возникает эмульсионная система. Данная система возникает при добыче нефти с пластовой водой. Такая система характеризуется новыми физическими свойствами. Основными свойствами, характеризующими такие эмульсии являются плотность, реологические свойства и дисперсность системы [1].

Постановка задачи. Как показали многочисленные лабораторные исследования плотность эмульсионных систем определяется по правилу аддитивности:

$$\rho_{\text{э}} = \rho_{\text{н}}(1 - \varphi) + \rho_{\text{в}}\varphi \quad (1)$$

где $\rho_{\text{н}}$ – плотность нефти добываемого из пласта;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность пластовой воды;

φ - объемная доля дисперсной фазы, т.е. пластовой воды.

В основном при транспортировке воды и нефти возникает неустойчивая эмульсия. При транспортировке неустойчивой эмульсии прочность адсорбционных слоев на поверхности глобул мала вследствие асфальтосмолистых веществ с поверхности глобул деэмульгатором и при этом эмульсия является неустойчивой, что в лабораторных условиях невозможно из-за их расслоения.

В зависимости от концентрации дисперсной фазы эмульсии разделяются на разбавленные и плотные. В плотных эмульсиях глобулы тесно соприкасаются между собой, и при сдвиге такой эмульсии происходит деформация глобул, что требует дополнительного напряжения сдвига.

Для того, чтобы определить величину предельного напряжения сдвига примем следующую модель плотности эмульсии. Отметим, что под плотностью таких систем принимаем эмульсии, в которых дисперсная фаза представляет собой шары одинакового диаметра, уложенные таким образом, что центры каждых шаров, весьма соприкасающихся шаров, расположены в вершинах ромбоэдра. Различные возможные расположения шаров колеблются между двумя крайними конфигурациями, из которых одна соответствует теснейшему расположению шаров, а другая наиболее свободному положению. При этом объемную долю дисперсной фазы в такой плотной эмульсии можно определить по формуле [2]:

$$\varphi = \frac{\pi}{\alpha(1 - \cos \alpha)\sqrt{1 + 2 \cos \alpha}} \quad (2)$$

где α – острый угол ромба.

Как видно, при изменении α от $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ до $\left(\frac{\pi}{3}\right)$ объемная доля дисперсной фазы плотность эмульсии изменяется в пределах $(0,52 \div 0,75)$. Отметим, что при меньшем содержании дисперсной фазы глобулы ее не будут тесно соприкасаться, имея возможность свободно перемещаться одна относительно другой. При больших содержаниях дисперсной фазы будем считать, что произойдет обращение фаз составляющих эмульсию, при которой дисперсная среда станет дисперсной фазой, при этом содержание будет меньше 0,25.

Таким образом, дополнительное напряжение, необходимое для начального сдвига эмульсии, определяется как

$$\tau_0 = \frac{\Delta f n \sigma}{xyz \operatorname{ctg} \alpha} \quad (3)$$

где σ – межфазное натяжение;

Δf – разность между площадями поверхности эллипсоида и шара равного объема;

$xу$ – площадь подвижной пластины, к которой приложена дополнительная сила, необходимая для деформации глобул, находящихся в выделенном объеме;

$z \operatorname{ctg} \alpha$ – перемещение подвижной пластины, необходимое для полной деформации глобул.

Учитывая выше сказанное уравнение для расчета определенного напряжения сдвига плотной эмульсии можно определить по формуле [3]:

$$\tau_0 = (0,2 \cdot \varphi - 0,1) \frac{\sigma}{d} \quad (4)$$

где d – диаметр глобула.

Для определения коэффициента динамической вязкости разбавленных эмульсий были проведены эксперименты на капиллярном визкометре. При этом эмульсия типа вода-нефть была получена в результате турбулентного перемешивания нефти и воды.

Решение задачи. Измерения вязкости эмульсии проводились при разных значениях перепада давления на капилляре. Данные эксперименты дали возможность определить динамическую вязкость эмульсии по формуле:

$$\mu_3 = \mu_H (1 - \varphi)^{-2,5} \quad (5)$$

Тогда в общем виде реологическое уравнение неустойчивой эмульсии можно определить по формуле:

$$\text{Для } 0 \leq \varphi < 0,5 \quad \tau_3 = \mu_3 \frac{dv}{dr} (1 - \varphi)^{-2,5} \quad (6)$$

$$\text{Для } 0,5 \leq \varphi < 0,8 \quad \tau_3 = (0,2\varphi - 0,1) \frac{\pi}{d} + \mu_3 \frac{dv}{dr} (1 - \varphi)^{-2,5} \quad (7)$$

При этом число Рейнольдса можно определить по формуле:

$$Re = \frac{(v_H + v_b)D}{\mu_3}$$

где v_H – средняя скорость нефти;

v_b – средняя скорость воды;

D – диаметр трубы.

Уравнение движения в этом случае в зависимости от режима определяется по формуле Пуазейля и Блазиуса.

Таким образом, с учетом физических свойств эмульсионных систем предложена модель движения для эмульсионных систем типа вода - нефть.

Заключение. 1) На основе экспериментальных данных предложена методика определения динамической вязкости эмульсионных систем типа вода-нефть.

2) Получено уравнение касательного напряжения сдвига неустойчивых эмульсионных систем, что дает возможность решить многочисленные задачи транспортировки эмульсионных систем вода-нефть.

Литература

1. Тронов В.П. Разрушение эмульсий при добыче нефти. М., «Недра», 2014, 212 с.
2. Лойцминский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., «Недра», 2005, 683 с.
3. Кафаров В.В. Основы массопередачи. М., «Высшая школа», 2016, 413 с.

Tövsiyyə edib: t.e.d., prof. **Z.Z. Şərifov**